

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКА НА ОСНОВЕ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

© 2010 Е.В. Агеев¹, Б.А. Семенихин¹, Р.А. Латыпов²

¹ Курский государственный технический университет

² Московский государственный вечерний металлургический институт

Поступила в редакцию 12.02.2010

Целью настоящей работы являлось получение относительно дешевых нанопорошков на основе карбида вольфрама и их использование для восстановления и упрочнения деталей машин.

Ключевые слова: *нанопорошок, карбид вольфрама, восстановление, упрочнение, детали машин*

Исследованиями последних лет и производственной практикой установлено, что большинство деталей ремонтируемых машин выбраковывается вследствие незначительного износа рабочих поверхностей, составляющего не более 1 % исходной массы деталей. Если учесть, что к моменту списания автомобилей для повторного использования путем восстановления пригодно 65-75 % деталей, то организация восстановления изношенных деталей является не только важным резервом удовлетворения народного хозяйства запасными частями, но и существенным резервом повышения качества ремонта, а также снижения расходов материальных и трудовых ресурсов. Применение для восстановления и упрочнения изношенных деталей машин современных методов нанесения покрытий и, в первую очередь, с использованием износостойких порошков твердых сплавов способствует значительному повышению их долговечности.

Анализ исследовательских работ в области твердых сплавов показывает, что большинство из них связано с вопросом экономии содержащегося в них вольфрама. Этот вопрос имеет весьма актуальное значение в связи с дефицитом, дороговизной и непрерывным расширением области применения вольфрама. С экономией вольфрама тесно связаны мероприятия по сбору отходов вольфрамсодержащих спеченных твердых сплавов и их переработке [1].

Целью настоящей работы являлось получение относительно дешевых порошков твердых сплавов на основе карбида вольфрама и их использование для восстановления и упрочнения

Агеев Евгений Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры машиностроительных технологий и оборудования. E-mail: ageev_ev@mail.ru

Семенихин Борис Анатольевич, старший преподаватель кафедры машиностроительных технологий и оборудования. E-mail: boriss@bk.ru

Латыпов Рашид Абдулхакович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой металлургии сварочных процессов. E-mail: latipov46@mail.ru

деталей машин. Для достижения поставленной цели был решен ряд задач.

Первая задача заключалась в том, чтобы получить порошки из спеченных твердых сплавов на основе карбида вольфрама экологически чистым и энергетически малозатратным методом. В настоящее время в отечественной и зарубежной промышленности существует ряд способов переработки отходов вольфрамсодержащих спеченных твердых сплавов с целью получения порошков и дальнейшего их использования (как правило, для повторного производства спеченных твердых сплавов). Все эти способы характеризуются крупнотоннажностью, энергоёмкостью, большими производственными площадями, малой производительностью, а также, зачастую, экологическими проблемами (сточные воды, вредные выбросы) [2]. Одним из наиболее перспективных методов получения порошка путем переработки отходов вольфрамсодержащих спеченных твердых сплавов является метод электроэрозионного диспергирования (ЭЭД).

Процесс ЭЭД представляет собой разрушение токопроводящего материала в результате локального воздействия кратковременных электрических разрядов между электродами и (или) частицами сплава (электрическая эрозия материала). В зоне разряда под действием высоких температур происходит нагрев, расплавление и частичное испарение материала. Жидкий материал и парообразный материал выбрасывается в рабочую жидкость и застывает в ней с образованием отдельных частиц [3]. Метод отличается относительно невысокими энергетическими затратами, безвредностью и экологической чистотой, отсутствием механического износа оборудования, получением порошка непосредственно из кусков твердого сплава различной формы за одну операцию, получением частиц преимущественно сферической формы размером от нескольких нанометров до сотен микрон.

Для получения порошков твердых сплавов на экспериментальной установке электроэрозионного диспергирования [4] диспергировали отходы спеченного твердого сплава марки ВК8. В качестве рабочей жидкости использовали воду дистиллированную (ГОСТ 6709-72). При этом, изменяя электрические параметры установки (частота следования импульсов 0-700 Гц, напряжение на электродах 0-160 В, емкость разрядных конденсаторов 5-40 мкФ), получали порошки с размерами частиц 0,01-50 мкм. Исследования показали, что микротвердость порошков, полученных методом ЭЭД из отходов спеченного твердого сплава марки ВК8, выше микротвердости промышленно выпускаемых порошков (22,0 ГПа и 18,4 ГПа соответственно), что объясняется спецификой процесса порошкообразования при ЭЭД (полученные порошки имеют искаженные кристаллические решетки).

Вторая задача заключалась в выборе метода нанесения порошка твердого сплава на детали машин при их восстановлении и упрочнении. В настоящее время успешно развивается технология электроосаждения композиционных гальванических покрытий (КГП). Это покрытия многоцелевого назначения. Суть метода осаждения КГП заключается в том, что вместе с металлом из гальванической ванны на детали осаждают различные порошки: оксиды, карбиды, бориды или сульфиды, а также порошки полимеров, металлов и др. Включение дисперсных материалов в металлическую матрицу значительно изменяет свойства покрытий, а главное повышает их износостойкость, антифрикционные характеристики, термическую и коррозионную стойкость, что создает предпосылки для широкого применения покрытий в самых разнообразных устройствах. Практические примеры реализации технологии осаждения КГП показали, что гальванические покрытия с дисперсной фазой обладают уникальными свойствами и могут быть использованы для решения разнообразных задач. Метод отличается такими преимуществами, как сравнительная простота нанесения покрытий непосредственно на детали, низкая себестоимость, возможность автоматизации технологического процесса, незначительное влияние покрытий на свойства материала деталей [5].

КГП получают различными способами, но наиболее часто из гальванической ванны. В простейшем варианте в ванну заливают электролит, засыпают порошок, перемешивают, устанавливают аноды, закрепляют на катоде деталь; дисперсную фазу поддерживают во взвешенном состоянии или транспортируют к катоду. При пропускании через суспензию электрического тока на детали образуется покрытие. Установлено, что КГП можно получить из многих известных электролитов, но наиболее легко КГП образуются из электролитов меднения, серебрения, никелирования и железнения.

В условиях ремонтного производства гальваническим путем наращиваются металлы главным образом на поверхности, утратившие свои первоначальные форму, размеры и некоторые служебные свойства в результате естественного износа. Наибольшее распространение при восстановлении деталей машин имеют: хромирование и железнение. Учитывая, что при хромировании могут быть наращены покрытия толщиной до 0,2-0,5 мм, а при железнении – 1,0-1,5 мм и даже более, то процесс железнения обеспечивает возможность восстановления деталей машин практически при любой величине их износа. Именно поэтому железнение нашло более широкое применение в ремонтном производстве для восстановления изношенных деталей автомобилей, чем хромирование.

Процесс железнения обладает хорошими технико-экономическими показателями: низкая стоимость исходных материалов; высокий (85-95%) выход металла по току; высокая (0,2-0,5 мм/ч) скорость осаждения железа; толщина твердого покрытия может достигать 1,0-1,5 мм; возможность в широких пределах получать свойства покрытий (микротвердость 1,6-7,8 ГПа) в зависимости от их назначения обуславливает универсальность процесса; высокая износостойкость покрытий, приближающаяся к износостойкости закаленной стали; достаточно низкая себестоимость восстановления деталей. Учитывая вышесказанное, наиболее перспективным методом нанесения порошков, полученных методом ЭЭД из отходов спеченных твердых сплавов, на детали машин при их восстановлении и упрочнении является электроосаждение КГП на основе электролита железнения.

Третья задача заключалась в повышении устойчивости процесса нанесения КГП на детали машин, износостойкости и физико-механических свойств полученных покрытий. Поставленная задача решается тем, что в качестве дисперсной фазы КГП применяется порошок спеченного твердого сплава на основе карбида вольфрама с размером частиц 0,1 мкм и менее (нанопорошок). Данный порошок получали при следующих параметрах установки ЭЭД (процесса диспергирования): напряжение на электродах – 120 В, емкость разрядных конденсаторов – 5 мкФ, частота следования импульсов – 700 Гц, расстояние между электродами – 100 мм.

Для получения КГП на основе железа приготавливался простой хлористый среднеконцентрированный электролит железнения следующего состава: хлористое железо ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) – 300 г/л, соляная кислота (HCl) – 0,8-1,5 г/л. Затем в приготовленный электролит вводили небольшими порциями и тщательно перемешивали нанопорошок с размерами частиц 0,1 мкм и менее, полученный из спеченного твердого сплава марки ВК8, до концентрации 100 г/л. Нанесение покрытий осуществляли при следующих режимах:

температура ванны: 60, 75, 90°C; сила тока: 40, 50, 60 А. Ввиду того, что размер частиц порошка менее 1 мкм, а сам процесс нанесения покрытий, как правило, не занимает более одного часа (из-за высокой скорости осаждения железа), то достаточно предварительного перемешивания электролита-суспензии перед осаждением покрытия и отсутствует необходимость в постоянном направленном перемещении частиц порошка к катоду, чем повышается устойчивость процесса, а, следовательно, увеличивается его технологичность и снижается себестоимость. Электролит-суспензия с частицами порошка размером менее 1,0 мкм кинетически устойчив и из технологических соображений наиболее пригоден для получения КГП. Под действием частиц порошка размером до 0,1 мкм происходит искажение кристаллической решетки металла. Наибольшую твердость имеют покрытия с явно выраженными дефектами кристаллической решетки. Применение электролита-суспензии, включающего порошок твердого сплава на основе карбида вольфрама с частицами размером до 0,1 мкм, способствует увеличению микротвердости и износостойкости покрытий деталей машин.

Выводы: в результате проведенных исследований установлено, что применение в качестве дисперсной фазы композиционных гальванических покрытий высокотвердых и износостойких нанопорошков сферической формы на основе карбида вольфрама с размером частиц 10-100 нм вместо порошка карбида вольфрама с размерами частиц 1-10 мкм позволяет повысить износостойкость покрытий деталей машин в среднем на 15-20% (в зависимости от режима нанесения покрытий и, следовательно, концентрации частиц порошка в полученных покрытиях),

повысить их ресурс, а также снизить себестоимость нанесения покрытий.

Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы по проблеме «Получение порошковых материалов из отходов спеченных твердых сплавов, их аттестация и применение в технологиях восстановления и упрочнения деталей машин» (гос. регистр. № П601).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Панов, В.С.* Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них: учебное пособие для вузов / *В.С. Панов, А.М. Чувиллин.* – М.: МИСИС, 2001. – 428 с.
2. *Семенихин, Б.А.* Способы переработки отходов вольфрамсодержащих спеченных твердых сплавов // *Современные автомобильные материалы и технологии: сб. ст. I Междунар. науч.-тех. конф.* Курск: КурскГТУ, 2009. – С. 244-249.
3. *Агеев, Е.В.* Выбор метода получения порошковых материалов из отходов спеченных твердых сплавов / *Е.В. Агеев, Б.А. Семенихин* // *Известия Самарского научного центра РАН. Специальный выпуск «Актуальные проблемы машиностроения», 2009.* – С. 12-15.
4. *Агеев, Е.В.* Разработка установки для получения порошков из токопроводящих материалов / *Е.В. Агеев, Б.А. Семенихин, Р.А. Латыпов* // *Известия Самарского научного центра РАН.* Самара: Изд-во Самарского науч. ц-ра РАН, 2009. – Т. 11 (31), № 5(2). – С. 234-237.
5. *Бородин, И.Н.* Порошковая гальванотехника. – М.: Машиностроение, 1990. – 240 с.

RECEPTION OF NANOPOWDER ON THE BASIS OF TUNGSTEN-CARBIDE AND ITS APPLICATION FOR RESTORATION AND HARDENING THE MACHINE DETAILS

© 2010 E.V. Ageev¹, B.A. Semihin¹, R.A. Latypov²

¹ Kursk State Technical University

² Moscow State Evening Metallurgical Institute

The purpose of done work was the reception of rather cheap nanopowders on the basis of tungsten-carbide and their use for restoration and hardening the machine details.

Key words: *nanopowder, tungsten-carbide, restoration, hardening, machine details*

Evgeniy Ageev, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Machine-building Technologies and Equipment.

E-mail: ageev_ev@mail.ru

Boris Semihin, Senior Teacher at the Department of Machine-building Technologies and Equipment. E-mail: boriss@bk.ru

Rashit Latipov, Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department of Welding Processes Metallurgy.

E-mail: latipov46@mail.ru